ھوا میں بجلی

حبیب الحق انصاری
(سابق ریڈر، فزکس ڈیپارٹمنٹ، علی گڑھ مسلم یونیورسٹی)

۲۵ علیگ اپارٹمنٹس
شمشاد مارکیٹ، علی گڑھ (۲۰۲۰۰۲)

ابتدائیہ

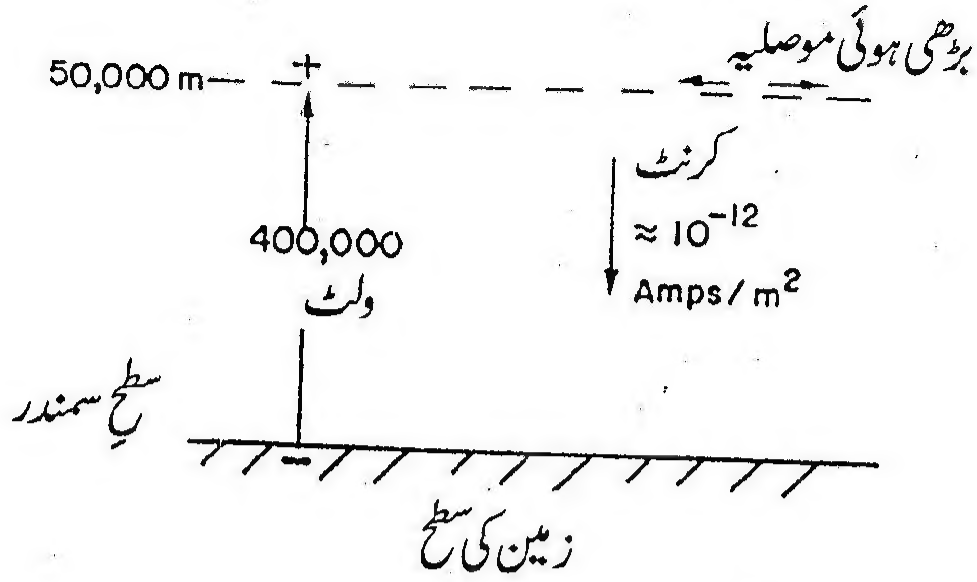
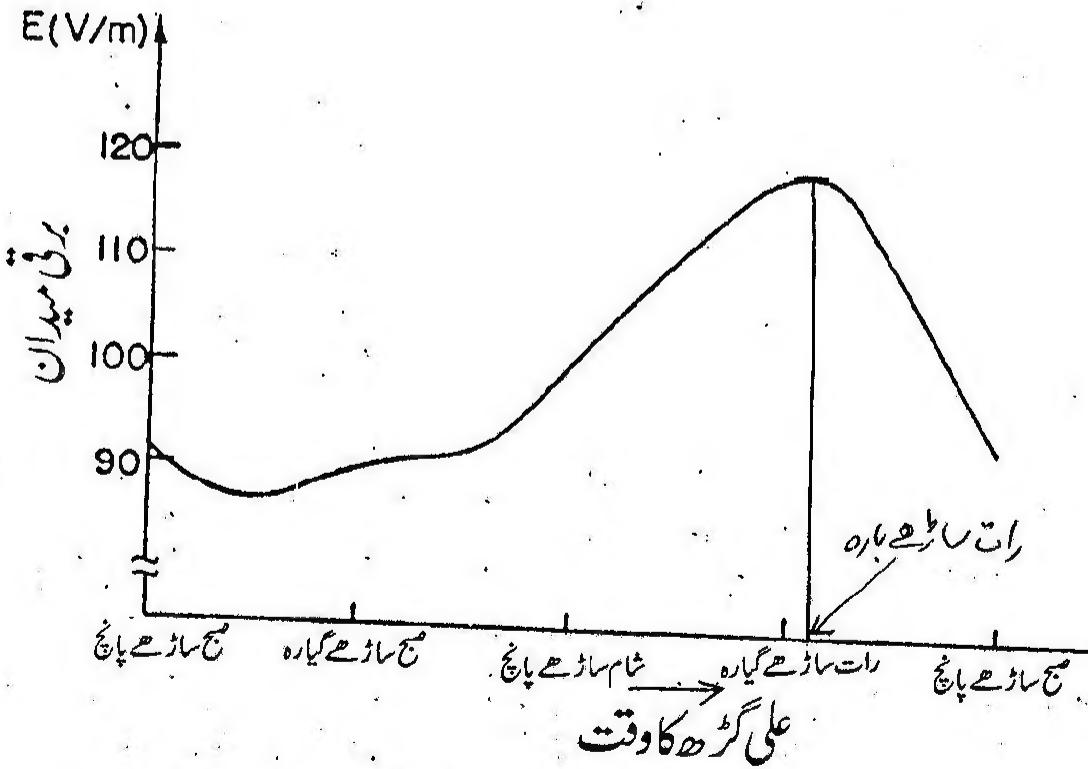
کم لوگ اِس بات کو جانتے ہیں کہ تیز ہوا، بارش، بجلی اور گرج کے جو چھوٹے چھوٹے طوفان اکثر آتے رہتے ہیں (جنہیں ہم گرجیلا طوفان (thunderstorm) کہتے ہیں) وہ زمین کے کرۂ باد میں مسلسل مصروفِ عمل ایک بڑے برقی انجن چلانے کی بنیادی ترکیب کا حصہ ہوتے ہیں۔ زمین ایک برقی موصل (conductor) ہے اور جیسا کہ سب جانتے ہیں برقی موصل میں برقی بھار (شحنہ یا چارج) (charge) بآسانی نا صرف یہ کہ اِدھر اُدھر منتقل ہوسکتا ہے بلکہ توانائی (energy) کی مستقر ادنیٰ حالت میں عین سطح پر جمع ہوجاتا ہے۔ زمین پر مجموعی طور سے منفی (negative) برقی شحنہ پایا جاتا ہے۔ اِسکے برخلاف زمین سے اوپر کی طرف جائیں تو کوئی پچاس کیلومیٹر کی بلندی پر ہوا میں بڑی موصلیہ (conductivity) پھر ملتی ہے لیکن اب وہاں مثبت (positive) برقی چارج بکھرا ہوا پایا جاتا ہے۔ ایسی کیفیت سطحِ سمندر اور اوپر ہوا میں پچاس کیلومیٹر اونچی بڑی موصلی سطح کے درمیان ایک کمزور برقی کرنٹ کا باعث ہوتی ہے جو عموماً کوئی دس مائیکرو مائیکرو ایمپیئر فی مربع میٹر مقدار کا ہوتا ہے۔ چونکہ زمین کی سطح بہت بڑی ہوتی ہے اس لیے مجموعی طور پر آسمان سے زمین کی طرف یہ کرنٹ کوئی اٹھارہ سو ایمپیئر (اٹھارہ سو

شکل(۱) : زمین کے اوپر برقی پوٹینشیل کا پھیلاو

شکل(۲) : ایک کھلی سپاٹ جگہ پر ایک آدمی کے اطراف برقی پوٹینشیل کا پھیلاو

کولامب فی سیکنڈ) کا ہوتا ہے(جوتقریبا سات سو میگاواٹ پاور کے برقی انجن کی صلاحیت رکھتا ہے کیونکہ دونوں سطحوں یعنی سطح سمندر اور پچاس کیلو میٹر اونچی ہوائی سطح کے درمیان وولٹیج فرق چار لاکھ وولٹ ہوتا ہے)۔ اِتنے بڑے مجموعی کرنٹ کے ہوتے اوپری سطح کے مثبت چارج کی وجہ سے محض آدھے گھنٹے کے اندر ہی زمین کے منفی چارج کو ختم ہو جانا چاہیئے ہوتا ہے لیکن ہم پاتے ہیں کہ دونوں طرف چارج بہر حال کسی ترکیب سے مسلسل بحال رہتا ہے، ڈِسچارج ہو کر ختم نہیں ہو جاتا(زمین کا مجموعی منفی چارج کوئی منفی چند ملیون کولامب ہوتا ہے جس میں اگر اٹھارہ سو کولامب فی سیکنڈ کی کمی ہو تو اِسے کوئی آدھے گھنٹے میں ختم ہو جانا چاہیئے)۔ جب اِس کا سبب تلاش کرتے ہیں تو ہم پاتے ہیں کہ مجموعی طور پر دنیا بھر میں برابر ہوتے رہتے گرجیلے طوفان مسلسل اوپری ہوائی سطح کی طرف مثبت برقی چارج اور نیچے زمین کی طرف منفی برقی چارج ٹھیک اُسی مقدار میں منتقل کرتے رہتے ہیں کہ جس سے سات سو میگاواٹ کے فطرت کے اِس انجن کو چلاتے رہنے کا باعث ہوں۔ آیئے دیکھیں کہ اوپر ہوا میں کس طرح کی بجلی پائی جاتی ہے اور گرجیلے طوفانوں کی کارکردگی کی ترکیب کیا ہوتی ہے۔

زمین کے اوپر ہَوا میں برقی پوٹینشیل (potential)، میدان (field) اور کرنٹ (current)

ناپنے پر پتہ چلتا ہے کہ زمین کے پاس اوپر ہَوا میں آسمان سے زمین کی طرف ایک برقی میدان سو وولٹ فی میٹر کا پایا جاتا ہے(دیکھیئے شکل (۱))۔ اِسے ناپنے کا ایک طریقہ یہ ہوتا ہے کہ اگر زمین کی سطح پر سطحی چارج کثافت (یعنی برقی چارج فی مربع میٹر) ناپی جائے تب علم البرق کے ایک اسٹینڈرڈ فارمولے کو استعمال کرکے بآسانی زمین کی سطح پر واقع برقی میدان کا تخمینہ لگایا جا سکتا ہے۔ یہ برقی میدان جیسے جیسے ہم ہَوا میں اوپر بڑھتے ہیں کم ہوتا جاتا ہے، حتیٰ کہ پچاس کیلومیٹر کی اونچائی پر یہ بہت کم رہ جاتا ہے۔ سطحِ زمین (سطحِ سمندر) سے کرہٗ بادی کی چوٹی کے درمیان برقی پوٹینشل کا کُل فرق کوئی چار لاکھ وولٹ مقدار کا ہوتا ہے۔ برقی میدان (electric field) جو کسی دی ہوئی جگہ پر برقی قوت کا پیمانہ ہوتا ہے برقی وولٹیج کا ڈھلان (gradient) ہوتا ہے۔

شکل (۳) : کھلی فضا میں ہوا کی برقی کیفیت

شکل (۴) : کھلے آسمان تلے سمندروں پر ہوا کے پوٹینشیل ڈھلان کے ایک دن میں اُتار چڑھاو کا اوسط

پہلا سوال یہ اُبھرتا ہے کہ اگر ہم زمین پر سو وولٹ فی میٹر کے کے برقی میدان میں چل پھر رہے ہیں تو ہمیں برقی جھٹکا یا صدمہ (shock) کیوں نہیں لگتا کیونکہ ہماری خود کی اونچائی لگ بھگ ایک یا دو میٹر ہوتی ہے اور سو، دوسو ولٹ اچھا خاصہ وولٹیج ہوتا ہے۔ اِس کا جواب یہ ہے کہ ہمارا بدن چوں کہ زیادہ تر پانی سے بنا ہے اِس لیے یہ خود بھی اچھا برقی موصل ہوتا ہے اور جیسا کہ معلوم ہے اچھے برقی موصل کی ساری سطح ایک ہی وولٹیج پر رہتی ہے۔ اگر ہم زمین کا وولٹیج صفر مانتے ہیں تو ہمارے بدن کا وولٹیج بھی اِسلیئے صفر ہی ہوگا، سو دوسو ولٹ نہیں ہوگا اور ہمیں صدمہ یا جھٹکا نہیں لگے گا (دیکھیئے شکل (۲))۔

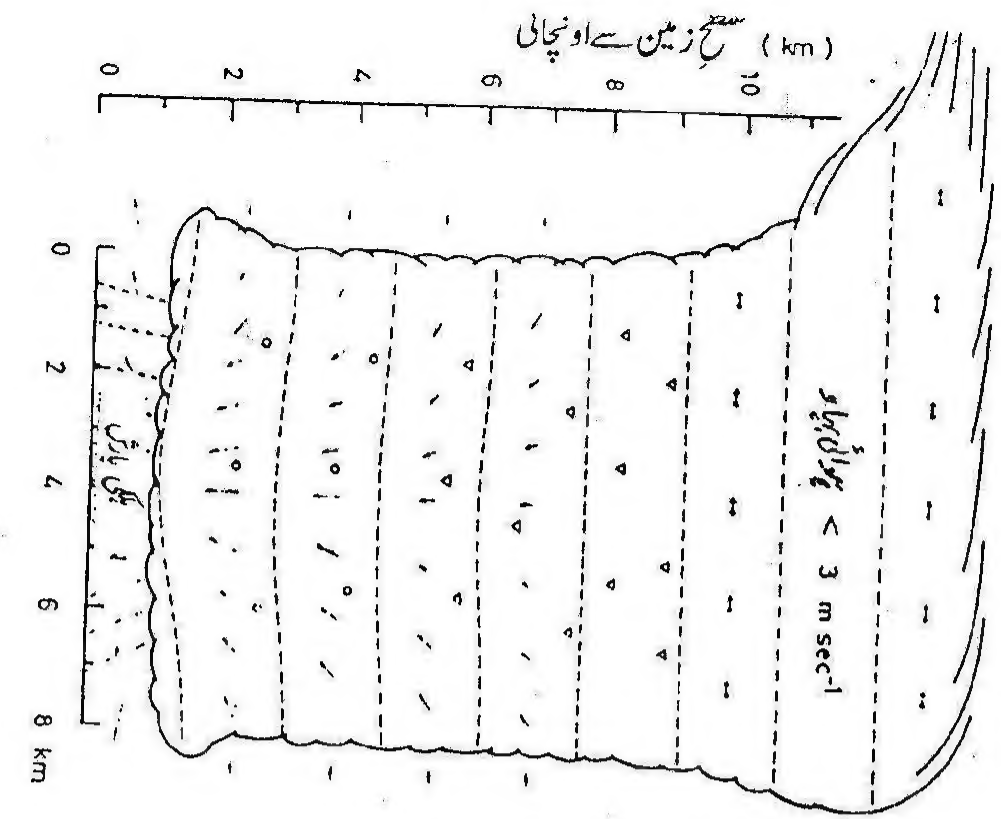
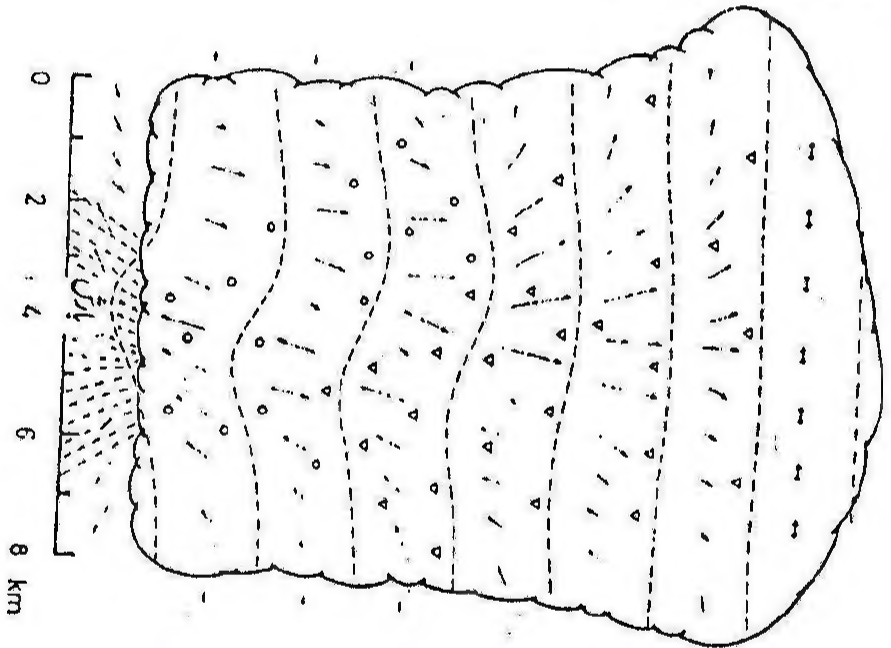
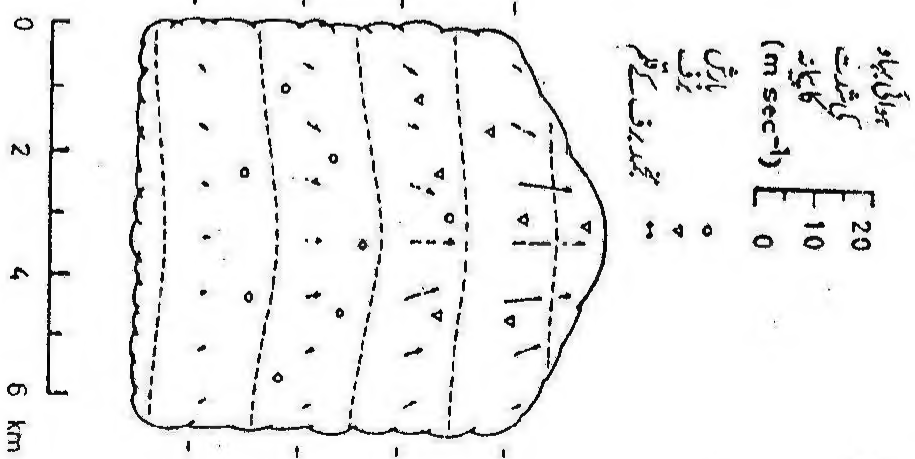
ہَوا ویسے برق کی اچھی عازل (insulator) ہوتی ہے اور اِس میں سے برقی کرنٹ گذر نہیں سکتا جب تک کہ اِس میں برقی بھار لئے کچھ آیون (ions) پیدا نہیں کئے جاتے۔ ایک الیکٹرو میٹر (electrometer) کی پلیٹوں کو بیٹری سے چارج کر کے اور پھر اُسکی ڈسچارج ہونے کی شرح دیکھ کر کسی مقام پر آیونوں کی وجہ سے ہوَا میں موجود توصیلِ برق کی شرح کو ناپا جا سکتا ہے۔ ناپنے پر پتہ چلتا ہے کہ جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہوَا میں ایک کمزور کرنٹ (کوئی دس مائیکرو مائیکرو ایمپئر شدت کا) برقی میدان کے آیونوں پر اثر کی وجہ سے آسمان سے زمین کی طرف پایا جاتا ہے (دیکھیئے شکل (۳))۔ اِسکے علاوہ یہ بھی پتہ چلتا ہے کہ غیر متوقع طور پر ہوَا میں آیونوں کی کثافت (آیونوں کی تعداد فی اکائی حجم)، زمین سے زیادہ دُوری پر، کم ہونے کی بجائے زیادہ پائی جاتی ہے۔ اگر آیون ہوَا میں زمین کی تابکاری (radioactivity) کی وجہ سے بنتے ہیں تو ایسا نہیں ہونا چاہیے۔ ایسا اِس لئے ہوتا ہے کہ دُور آسمان سے آنے والی کاسمک شعاعوں (cosmic rays) کے ذرّے ہوَا میں داخل ہو کر یہ آیون بناتے ہیں اور اِسی لیے زمین سے اونچائی بڑھنے پر آیونوں کی کثافت بڑھی ہوئی پائی جاتی ہے۔ اِس کے علاوہ چونکہ خود ہوَا کی کثافت اوپر جانے پر کم ہوتی جاتی ہے اِس لئے زیادہ بننے والے یہ آیون اب اور زیادہ دُور تک ہوَا سے ٹکرائے بغیر تیزی سے چل سکتے ہیں، اور اِس لئے بھی اونچائی کے ساتھ برق کی توصیل کی شرح بڑھی ہوئی پائی جاتی ہے۔

یہ کیسے پتہ چلتا ہے کہ اُن ہوائی کرنٹوں کا جو پچاس کیلومیٹر اونچائی سے سطحِ زمین کی طرف بہتے رہتے ہیں قائم رکھنے کی ترکیب گرجیلے طوفان ہوتے ہیں؟ اِس کا جواب حسبِ ذیل ہے۔ اگر ہم ساری دنیا لیں

(جیسے برازیل، افریقہ، ایشیأ، وغیرہ، سب جگہ) تو پتہ چلتا ہے کوئی تہیس 30 گرجیلے طوفان ہرمنٹ واقع ہوتے رہتے ہیں جن کی کاروائی سب سے زیادہ اُس وقت ہوتی ہے جب علی گڑھ میں رات کے ساڑھے بارہ بجے ہوتے ہیں۔ ساتھ ہی اگر ہم اچھے موسم کے علاقوں میں ہَوا میں آسمان سے زمین کی طرف جانے والے برقی کرنٹ کو لیں تو پاتے ہیں کہ دن بھر میں یہ شدت میں کوئی پندرہ فیصد کی حد تک کم زیادہ ہوتے تو ہیں لیکن یہ سب سے زیادہ شدید عین اُس وقت ہو جاتے ہیں جب پھر ایک بار علی گڑھ کی گھڑیاں رات کے ساڑھے بارہ بجاتی ہوتی ہیں، یعنی ساری دنیا میں سب ملا کر مجموعی طور پر کرۂ باد کا یہ کرنٹ سب سے زیادہ شدید اُس وقت ہوتا ہے جب علی گڑھ کی گھڑیاں رات کے ساڑھے بارہ بجاتی ہوتی ہیں (دیکھئے شکل (۴))۔ اِس سے اندازہ ہوتا ہے کہ اِن دو مظاہر (گرجیلے طوفانوں اور اچھے موسم میں آسمان سے زمین کی طرف پائے جانے والے کرنٹ) میں کوئی گہرا رشتہ ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ گرجیلے طوفان ہی وہ بیٹری ہوتے ہیں جو زمین کی سطح اور اوپر کی پچاس کلومیٹر اونچی موصلی سطح پر برقی چارج کو برقرار رکھنے میں کامیاب رہتے ہیں اور اچھے موسم کے کرۂ باد کے کمزور مستقل برقی کرنٹ کا باعث ہوتے ہیں۔ آیئے دیکھیں کہ گرجیلے طوفان ایسا کیسے کر پاتے ہیں؟

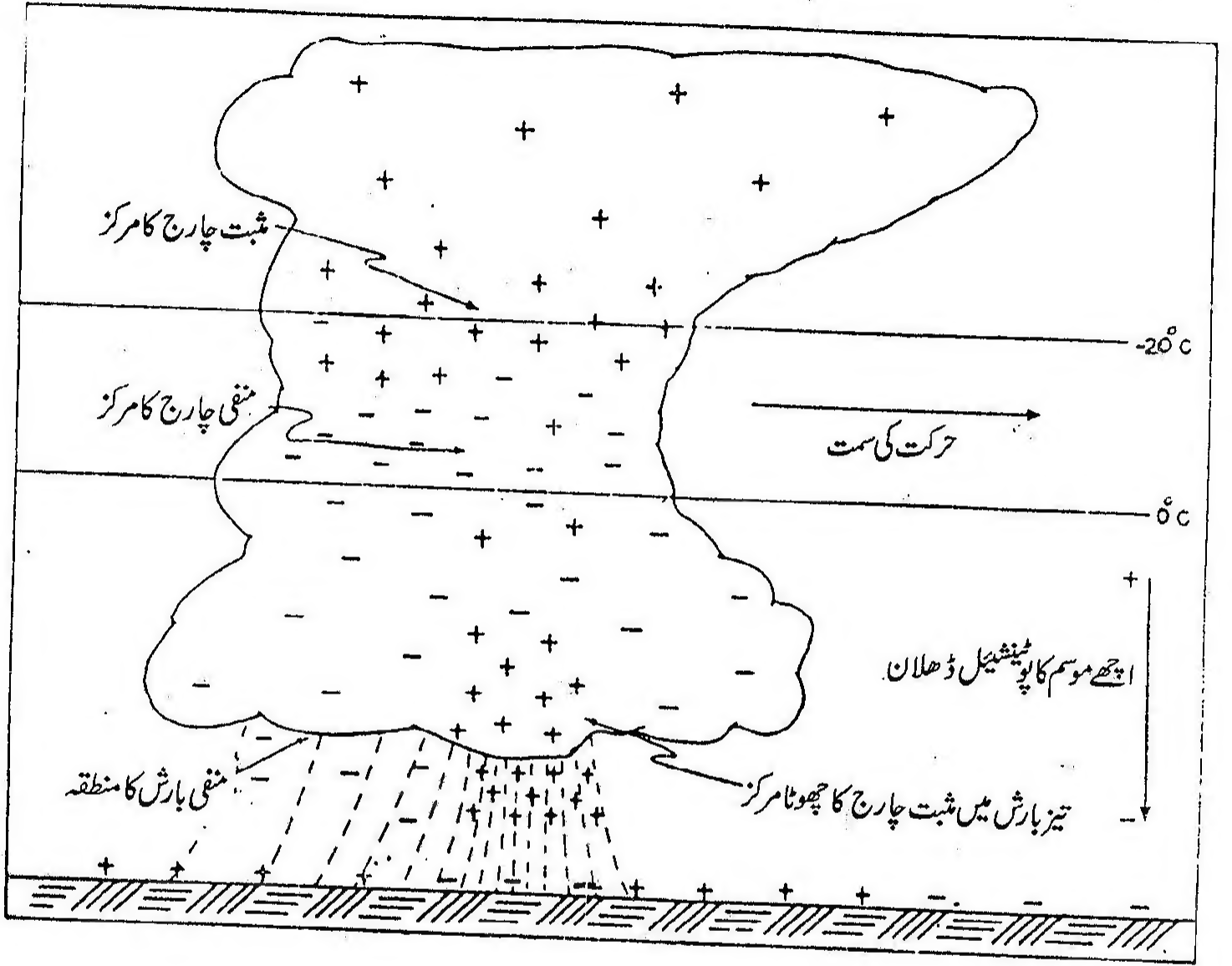
گرجیلے طوفانوں کا میکانزم

عموماً ایک عام گرجیلا طوفان قریب قریب واقع کئی ''خلیوں'' یا سیلوں (cells) پر مشتمل ہوتا ہے جو اپنے اپنے طور پر اُبھر کر فروغ پاتے رہتے ہیں۔ ایسے کسی خلیے میں کسی جگہ مناسب حالات میں ہَوا اوپر اُٹھنے لگتی ہے اور پھر اوپری حصے میں بڑھ کر ہَوا کی رفتار تیز سے تیز تر ہو جاتی ہے۔ اِسے سمجھنے کے لئے پہلے تو یہ جاننا ضروری ہے کہ سطح زمین کے قریب سورج کی شعاعوں کی وجہ سے گرمی زیادہ رہتی ہے جبکہ دُور اوپر ہوا میں پانی کے قطرے سورج کی شعاعوں کو جذب کم اور انعکاس اور دوبارہ اشعاع زیادہ کر دیتے ہیں، اِسلئے اوپر ہَوا میں نسبتاً زیادہ ٹھنڈک پائی جاتی ہے۔ اِس کے علاوہ جب نیچے سے نم ہوا جو گرم اور ہلکی ہوتی ہے کچھ اوپر آتی ہے تو نمی کے کچھ بخارات ٹھنڈک کی وجہ سے پانی میں بدل جاتے ہیں اور اِسطرح اپنی مستور گرمی (latent heat) خارج کر کے اوپر اُٹھتی ہَوا کو گرما دیتے ہیں جس سے یہ ہَوا کچھ اور اوپر چلی جاتی ہے اور اِس طرح

گرجیلے طوفان کے خلیے کے تین مرحلے

شکل (۷): اختتامی یا اِنتشاری مرحلہ

شکل (۶): پختہ یا بالغ مرحلہ

شکل (۵): اِبتدائی ڈھیر بننے کا مرحلہ

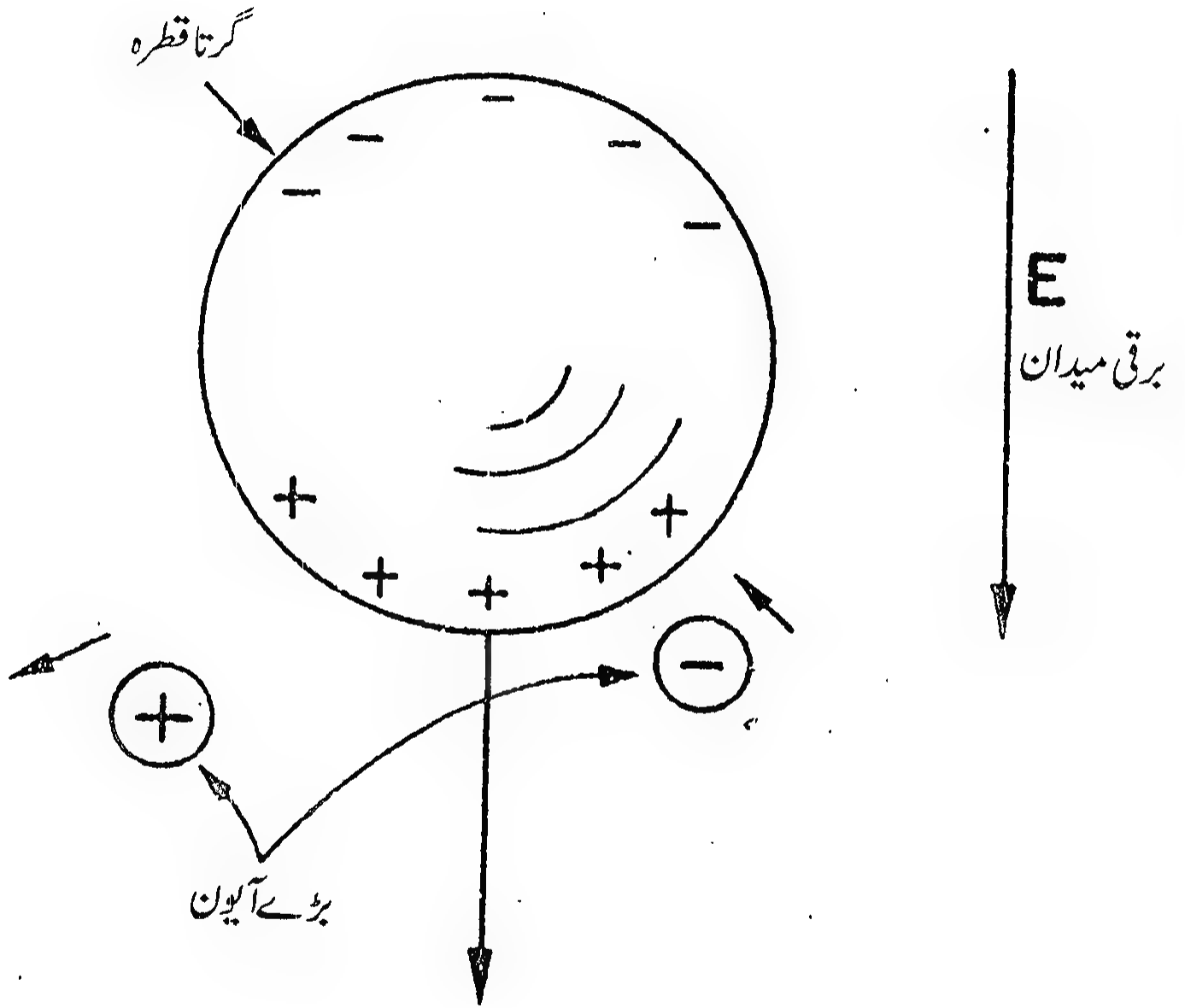
یہ سلسلہ چلنے لگتا ہے۔ یوں نم گرم ہَوا جہاں جہاں اوپر جاتی ہے باوجود اوپر ماحول ٹھنڈا ہونے کے اپنے آپ کو اپنے ماحول کی ہَوا سے گرم ہی پاتی ہے اور اِس طرح اُٹھتے اُٹھتے کافی اونچائی تک اوپر جا سکتی ہے۔ یہ تیز اوپر جاتی ہَوا دس سے پندرہ کیلومیٹر یا اس سے بھی زیادہ اوپر تک جاسکتی ہے اور کافی اونچائی پر جانے پر اُسکی رفتار سو کیلومیٹر فی گھنٹے سے زیادہ کی ہو سکتی ہے!

اوپر جاتے ہوئے ہَوا اپنے اطراف کی کچھ اور ہَوا آس پاس سے اپنے اندر کھینچتی رہتی ہے اور اُسے اپنے ساتھ ملا کر اوپر لے جاتی ہے۔ خلیے کے زیادہ تر حصے پر اِس طرح ہَوا کا مسلسل اوپر کی طرف جاتا بہاؤ (updraught) خلیے کے ابتدائی تشکیلی بادلی ڈھیر بننے والے مرحلے (early or cumulus stage) کا اظہار ہوتا ہے (دیکھئے شکل (۵))۔

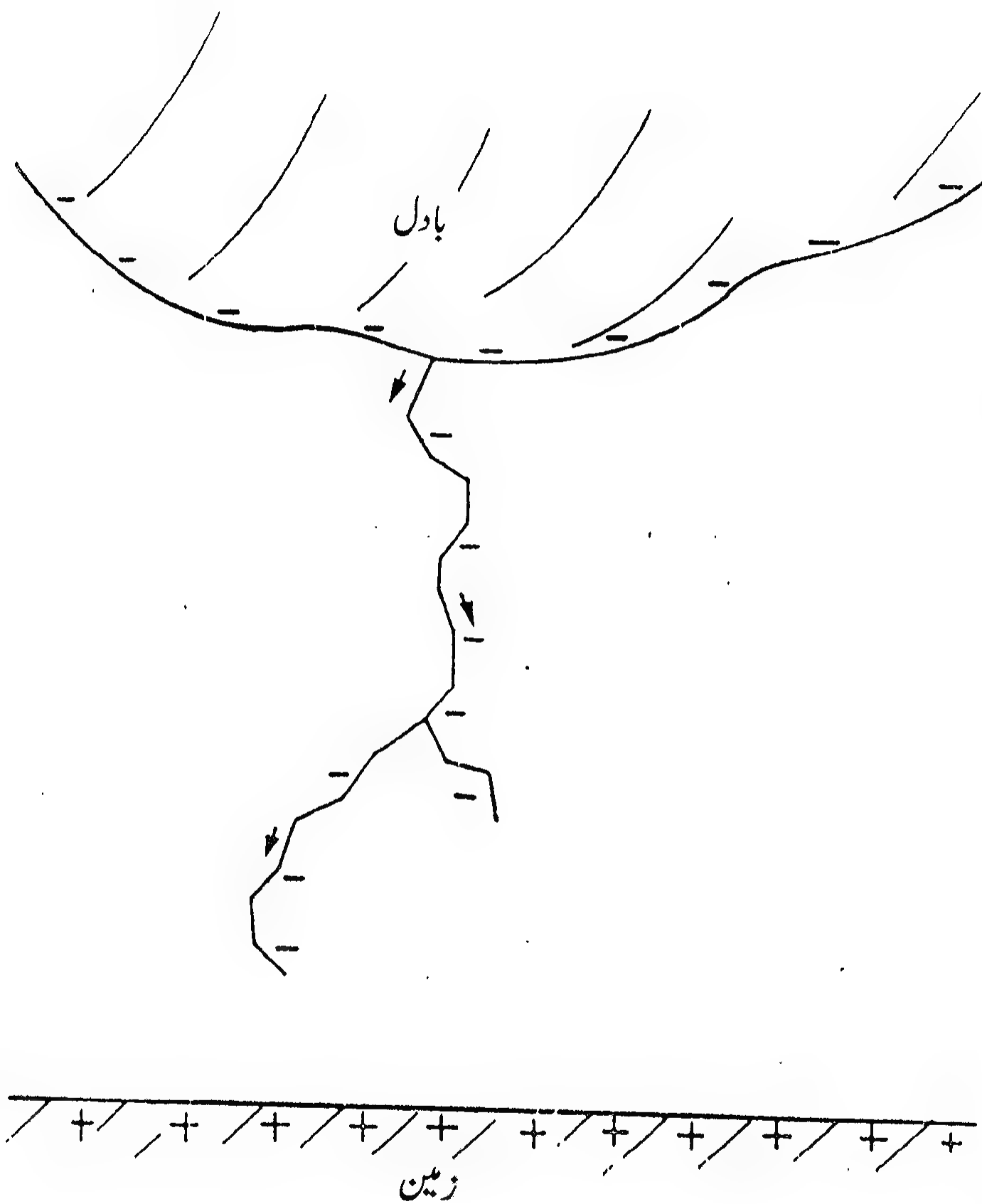
اِس کے بعد خلیے کا دوسرا یعنی بالغ یا پختہ مرحلہ (mature stage) وجود میں آنے لگتا ہے جس میں خلیے کے ایک حصے میں تو ہَوا اوپر کی طرف جا رہی ہوتی ہے تو دوسرے حصے میں ہَوا اوپر سے نیچے آ رہی ہوتی ہے (دیکھئے شکل (٦))۔ آیئے دیکھتے ہیں یہ کیسے ہوتا ہے؟ جب پانی کے بخارات اوپر پہنچتے ہیں تو اگر اوپر نواتے (nuclei) جیسے سوڈیم کلورائیڈ (NaCl) یعنی سمندری نمک سے لائے گئے سالمے، یا زردانے (pollen grains) وغیرہ موجود ہوں تو اُن پر پانی جم کر برف کے قلم (crystals) بننے لگتے ہیں۔ نواتے نا ملنے کے سبب منجمد نا ہو سکا پانی (جواب فرط تبرید شدہ (supercooled) حالت میں ہوتا ہے) بھی چند ایک برف بنے ٹکڑوں سے ٹکرا کر پھر خود بھی برف بننے لگتا ہے اور ایک اونچائی کے بعد فضا کی کیفیت ایسی ہو جاتی ہے کہ بادل میں پانی تیزی سے غائب ہونے لگتا ہے اور منجمد برف کے بڑے ذرے تیزی سے بننے لگتے ہیں۔ جب برف کے ذرّے مناسب حد تک وزنی ہو جاتے ہیں تو وہ اوپر اُٹھتی ہَوا سے ہو کر نیچے گرنے لگتے ہیں کیوں کہ وہ اب اِسقدر وزنی ہو چکے ہوتے ہیں کہ اوپر اُٹھتی ہَوا اُنہیں اُٹھائے رکھنے کے قابل نہیں رہتی۔ جب یہ ذرے نیچے گرتے ہیں تو اپنے ساتھ کچھ تھوڑی سی ہَوا بھی گھسیٹ لاتے ہیں اور اِس طرح اوپر سے نیچے جانے والی ہَوا کے بہاؤ کا باعث ہو جاتے ہیں۔ جب ایک بار ہَوا نیچے کی جانب رواں ہو جاتی ہے تو یہ عمل بنا دقت برابر جاری رہتا ہے۔ نوٹ کرنے کی بات یہ ہے کہ ایسا نہیں ہوتا کہ جو ہَوا اوپر گئی

شکل (۸) : گرجیلے طوفان کے ایک بالغ خلیے میں برقی بھاروں کا پھیلاو

نیچے یعنی تین یا چار کیلو میٹر بلندی پر (جہاں تپش کوئی منفی دس ڈگری -10° سیلسیئس ہوتی ہے) منفی بھاروں کا جماوڑا پایا جاتا ہے۔ نیچے جو بارش ہوتی ہے وہ منفی برقی بھاروں سے لیس ہوتی ہے جو اس طرح زمین پر جاتے رہتے ہیں (اگرچہ بھاری بارش کے درمیان ایک چھوٹا منطقہ مثبت برقی بھار سے لیس بھی پایا جاتا ہے جو بتاتا ہے کہ کیفیت اِتنی سہل نہیں ہوتی جتنی دکھائی دیتی ہے)۔ بادل کے نچلے حصّے میں جو منفی چارج جمع ہو جاتا ہے وہ بادل اور سطحِ زمین کے مابین دو یا تین بلکہ دس کروڑ ولٹ برقی پوٹینشیل فرق تک پیدا کر سکتا ہے (یہ اُس چار لاکھ ولٹ پوٹینشل فرق سے کہیں زیادہ ہوتا ہے جو آسمان اور زمین کے بیچ اچھے موسم میں پایا جاتا ہے اور جس کا ذکر پہلے آ چکا ہے) (دیکھئے شکل (۸))۔ ایسے زبردست وِلٹیج ہَوا کو توڑ دیتے ہیں اور چارج سے بھرپور بجلی کی بڑی بڑی کمانی دار تفریغوں (arc discharges) کا باعث ہوتے ہیں۔ جب ہَوا کو یوں توڑ کر بجلی گرتی ہے تو اپنے ساتھ گرجیلے طوفان کے بادلوں کے نچلے حصے کے منفی برقی بھار کو زمین پر نیچے اُتار لاتی ہے۔

بجلی کے ضربات یا ہلّے (lightning strokes) کسی بادل کے ایک حصے اور اُسی بادل کے دوسرے حصّے کے درمیان یا ایک بادل اور دوسرے بادل کے درمیان یا کسی بادل اور زمین کے درمیان ہر طرح کے ہو سکتے ہیں۔ ہر ایک آزاد تفریغی چمک میں تقریباً بیس یا تیس کولامب کا برقی بھار اِدھر سے اُدھر منتقل ہو جاتا ہے۔ برقی میدان ناپنے پر پتہ چلتا ہے کہ جب بجلی چمکتی ہے تو بادل کے اطراف یہ میدان ایکدم کم ہو جاتا ہے لیکن اوسطاً کوئی پانچ سکنڈ کے وقفے کے اندر ہی گرجیلا طوفان اپنا کھویا ہوا برقی بھار دوبارہ بنا لیتا ہے یعنی کوئی میکانزم ایسا ہے جو کوئی چار ایمپیئر کرنٹ کی استعداد رکھتا ہے جو طوفانی بادل کو دوبارہ چارج کر دیتا ہے (کیونکہ تبھی مثلاً بیس کولامب چارج پانچ سیکنڈ میں دوبارہ پیدا ہو سکتا ہے)۔

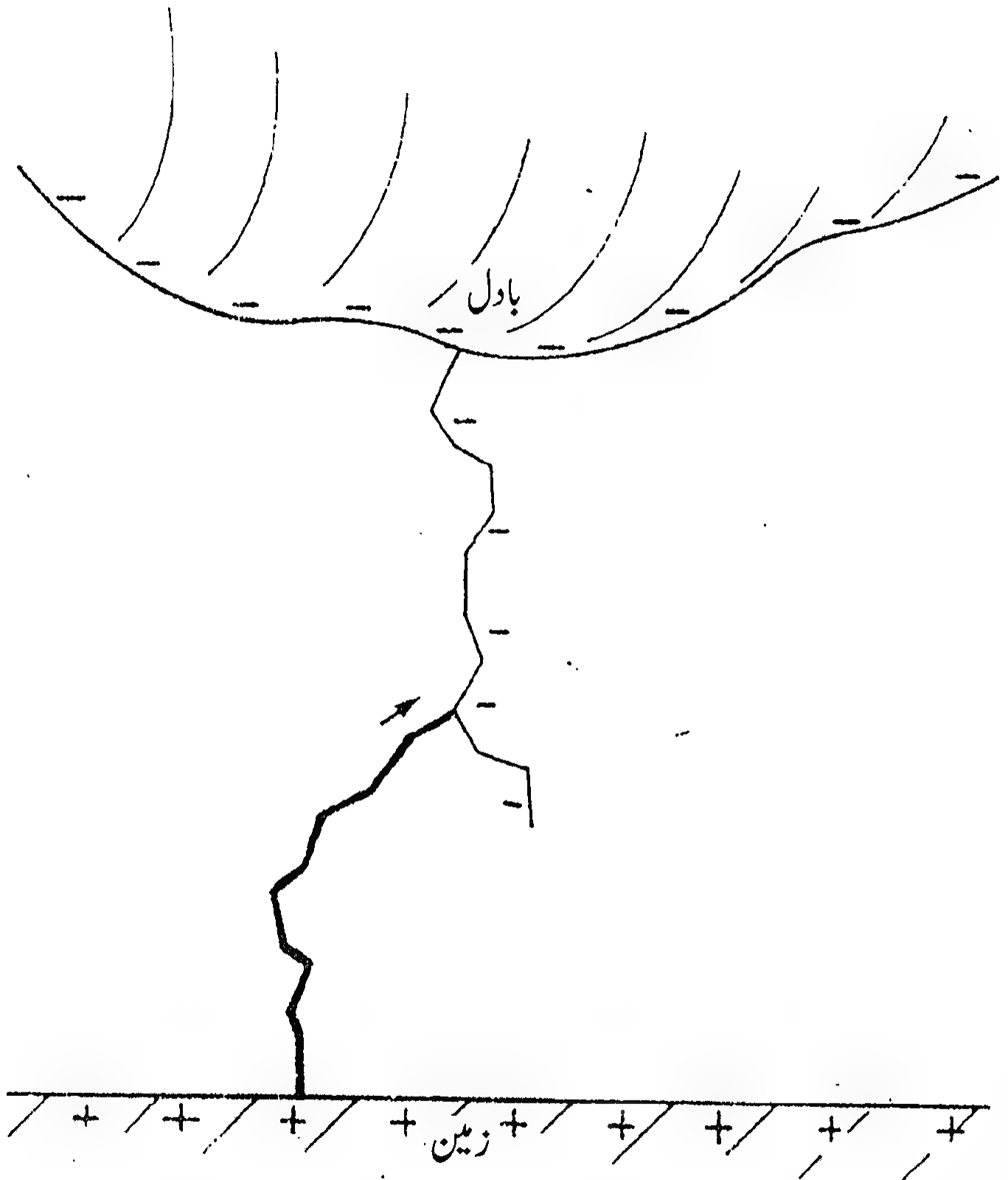
گرجیلے طوفانوں کے خلیے میں برقی بھاروں کی اِس پائی جانے والی علیحدگی کی ایک ممکن ترکیب حسبِ ذیل ہو سکتی ہے۔ ہَوا میں دو طرح کے آیون ہوتے ہیں۔ ایک وہ جو ذرا چھوٹے ہوتے ہیں اور سب سے زیادہ مُتنقل (mobile) ہوتے ہیں۔ یہ کاسمک شعاعوں کے ذریعے پیدا شدہ ہوتے ہیں۔ اِس کے برخلاف نسبتاً بڑے آیون ہوتے ہیں جیسے کہ نمک کے اُڑتے سالمے یا بہت مہین دھول کے ذرے یا زرگل کے دانے

شکل (۹) : گرجیلے طوفان میں بھاروں کی علحیدگی کا میکانزم

وغیرہ جوخود بھی سب چارج یافتہ ہوتے ہیں۔ اِن ہی موخر الذکر کو ہم نے نواتے (nuclie) کہا ہے کیوں کہ اِن پر بارش یا برف کے قطرے بن سکتے ہیں۔ یہاں تیز چلتے چھوٹے آیونوں کو کچھ دیر کے لئے نظر انداز کر دیجئے۔ بڑے اور آہستہ چلتے نواتوں کو لیجئے۔ ساتھ ہی پانی (یا برف) کے نیچے گرتے ہوئے قطرے (یا ٹکڑے) کو لیجئے۔ پانی کا یہ قطرہ ہَوا میں پہلے سے موجود برقی میدان کے زیر اثر ایک امالہ یافتہ دو خطی عزم (induced dipole moment) کا حامل ہوتا ہے جس میں مثبت برقی چارج قطرے کے نچلے حصے میں اور منفی برقی چارج قطرے کے اوپری حصے میں مرکوز ہوتا ہے۔ اب اگر نیچے گرتا ہوا یہ قطرہ ایک مثبت آیون کے نزدیک آتا ہے تو چونکہ قطرے کا نچلا حصہ بھی مثبت بھار کا حامل ہے اِس لئے مثبت آیون قطرے سے متنفر ہو کر دُور ہونے لگے گا، اُس سے چپکے گا نہیں۔ چونکہ قطرہ اوپر کو جاتی ہَوا کی رَو میں گر رہا ہے اِس لئے مثبت آیون اِس رَو میں بہتا ہوا قطرہ کے پاس سے ایسا نکل جائے گا کہ قطرے کی اوپری منفی بھار والی سطح سے بھی نہیں چپک پائے گا۔ اِس کے برخلاف اگر گرتا ہوا قطرہ کسی منفی آیون کے نزدیک پہونچے گا تو برقی کشش منفی آیون کو کھینچ کر قطرے سے جوڑ دے گی کیونکہ قطرے کا نچلا حصہ جیسا کہ ہم نے کہا مثبت برقی بھار کا حامل ہوتا ہے۔ نتیجتاً پانی کا قطرہ منفی برقی بھار حاصل کر لے گا جسے وہ اپنے ساتھ بادل کے نچلے حصے میں لیتا جائے گا جبکہ قطرے سے نا جڑنے والے مثبت آیون جو بچ رہے تھے اوپر جاتی ہواؤں کے زور سے بادل کی چوٹی کی طرف اُڑ جائیں گے۔ اِس طرح آسمان سے زمین کی طرف پہلے سے پائے جانے والے برقی میدان کی سمت کی وجہ سے ہی ہم گرجیلے بادل میں مثبت اور منفی برقی بھاروں کے مذکورہ بالا پیمائش کیے گئے بکھراؤ کو پاتے ہیں (دیکھیے شکل (۹))۔ سوال کیا جاسکتا ہے یہ بڑے آیون یا نواتے تعداد میں چونکہ قدرے کم ہوتے ہیں تو پھر تھوڑے وقفے کے بعد اُن کی سپلائی تو ختم ہو جانی چاہئے۔ اِس کا جواب یہ ہے کہ ایک بار جب بھار کی علیحدگی شروع ہو جاتی ہے تو مقامی طور پر بڑے بڑے برقی میدان بن سکتے ہیں جو اطراف کے ایٹوں کو توڑ کر بڑی تعداد مزید آیونیوں کی بنا سکتے ہیں اور اِس طرح بادلوں میں آیونوں کی ایک بڑی تعداد برابر مل سکتی ہے۔

مثبت برقی بھار بالآخر بادل کی چوٹی چھوڑ کر بڑی موصلیہ والی اونچی ہَوا کی تہوں میں داخل ہو جاتے ہیں اور تیزی سے اُس سطح پر ساری دنیا میں پھیل جاتے ہیں۔ صاف موسم کے کھلے آسمان والے منطقوں میں ہَوا کی بالائی تہہ میں پھیلے یہ مثبت برقی بھار ہَوا میں بنے آیونوں کے ذریعے (جو جیسا کہ ہم نے کہا کاسمک

شکل (۱۰) : 'قدم قائد' کا بننا

شعاعوں یا پھر سمندر یا انسانی کارکردگی کی وجہ سے بنتے رہتے ہیں) آہستہ آہستہ زمین کی طرف توصیل پاتے اور وہاں موجود منفی برقی بھاروں سے ملتے رہتے ہیں اور اس طرح اُس کمزور کرنٹ کا باعث ہوتے رہتے ہیں جسکا ذکر اوپر کیا جا چکا ہے۔ اِس کے برخلاف منفی بھار جیسا کہ ہم نے دیکھا بجلی کی ضربوں میں نیچے زمین پر ڈھیر کردیے جاتے ہیں۔ یہ اِس طرح ہوتا ہے کہ کرۂ باد کا یہ نہایت مصروف برقی انجن دن رات مسلسل کام کرتا رہتا ہے۔

بجلی کا گرنا

بجلی کی ضربیں ایک ہی گزرگاہ پر ہوکر چارج کی یکے بعد دیگرے کئی تفریغیں (discharges) ہوسکتی ہیں (اِس کا پتہ کیمرے کو اِدھر اُدھر ہلا جُلا کر تصویریں لے کر دیکھنے سے چلا)۔ یہ کیسے ہوتا ہے؟ مسطح زمین کے اوپر کسی گرجیلے طوفانی بادل کو لیجئے جس کا پیندہ جیسا کہ کہا گیا منفی برق کی آماجگاہ ہوتا ہے۔ اس کا پوٹینشیئل نیچے واقع زمین کے پوٹینشیئل سے کہیں زیادہ منفی ہوتا ہے، اِس لیے منفی برق کے حامل الیکٹرون اِس سے دُور ہوکر زمین کی طرف سرعت پذیر ہونے کی کوشش کرتے ہیں۔ جو کچھ ہوتا ہے وہ کچھ اس طرح ہوتا ہے۔ شروع میں ایک قدم قائد (step leader) بنتا ہے (دیکھئے شکل (۱۰)) جو اتنا روشن نہیں ہوتا جتنی کہ بعد کی بجلی کی ضرب ہوتی ہے۔ تصویروں میں ہمیں شروع میں ایک چھوٹا سا روشن نقطہ دکھائی دیتا ہے جو بادل سے شروع ہوتا ہے اور نہایت تیزی سے نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے (اس کی رفتار روشنی کی رفتار کا ایک بٹے چھ حصہ ہوتی ہے جو بہت تیز کہلائی جائے گی)۔ یہ صرف کوئی پچاس میٹر جاتا ہے اور رک جاتا ہے اور کوئی پچاس مائیکروسیکنڈ رُکا رہتا ہے اور پھر ایک اور قدم لیتا ہے۔ یہ پھر رُک جاتا ہے اور پھر ایک اور قدم بڑھتا ہے اور اِسی طرح ہوتا جاتا ہے۔ اِس طرح قدم درقدم یہ سلسلہ وار زمین کی طرف بڑھتا ہے۔ اِس قائد میں بادل سے آتے منفی برقی بھار ہوتے ہیں (بلکہ پورا ستون منفی بھاروں سے بھرا ہوتا ہے)۔ تیزی سے حرکت کرتے اِن بھاروں کے اثر سے ہوا بھی آیونی ہوجاتی ہے اور جو گزرگاہ اِن بھاروں نے بنالی ہوتی ہے وہ برق کا موصل بن جاتی ہے۔ جیسے ہی یہ قائد زمین تک پہنچ کر اُسے چھونے لگتا ہے تو جیسے ایک برقی تار اوپر بادل اور نیچے زمین سے جڑ جاتا ہے جس میں منفی برقی بھار بھرا ہوتا ہے۔ اب بالآخر یہ ممکن ہوجاتا ہے کہ بادل کا منفی برقی بھار

شکل (۱۱) : 'واپسی صدمہ' قائد کی بنائی ہوئی گزرگاہ پر واپس دوڑتا ہے ۔

آسانی سے نکل کر نیچے بہہ جائے۔ اِس طرح بادل کے ایک حصے کا پورا منفی چارج تیز اور طاقتور طریقے سے بادل سے نکل آتا ہے۔ ایسا ہوتے وقت زمین جو نسبتاً مثبت برق لئے ہوتی ہے خود ایک بجلی کا صدمہ اوپر بھیجتی ہے جو اوپر سے آتے ستون سے ہَوا میں جا جُڑتا ہے۔ زمین سے اوپر جانے والا یہ صدمہ ہی وہ اصلی صدمہ ہوتا ہے جو سارے مظہر کا سب سے زیادہ روشن جُز ہوتا ہے۔ اِسے واپسی صدمہ (return stroke) کہتے ہیں (دیکھیئے شکل (۱۱))۔ یہی وہ صدمہ ہوتا ہے جو نہایت تیز روشنی اور گرمی پیدا کرتا ہے، جس سے ہَوا کا نہایت تیز پھیلاؤ ہوتا ہے اور زبردست کڑک اور گرج پیدا ہوتی ہے۔ اپنی پوری شدت کے وقت بجلی کے ایسے ایک صدمے میں کوئی دس ہزار ایمپیئر کرنٹ ہوتا ہے جو جیسا کہ ہم نے اوپر بتایا اپنے ساتھ کوئی بیس کولامب چارج نیچے لے جاتا ہے۔

لیکن ہماری کہانی ابھی ختم نہیں ہوئی۔ ایک سیکنڈ کے کوئی چندسویں حصے کے گزرنے کے بعد ہی، جب واپسی صدمہ ختم ہو چکا ہوتا ہے، تو ایک اور قائد نیچے اُترتا ہے لیکن اِس دفعہ اُس کا اُترنا رُکتے رُکتے نہیں ہوتا۔ اُسے ایک ''تاریک قائد'' (dark leader) کہتے ہیں اور یہ ایکدم پورا راستہ نیچے تک چلا جاتا ہے (یعنی اوپر سے نیچے تک ایک ہی جھپٹ میں)۔ یہ ٹھیک اُسی پہلے کے راستے پر بھرپور انداز سے چلتا ہے کیونکہ وہاں اب اِتنا کافی ملبہ ہوتا ہے کہ یہی اُس کے اُترنے کا آسان ترین راستہ بن جاتا ہے۔ پھر ایک بار یہ نیا قائد منفی بھار سے بھرا ہوتا ہے اِس لیے جیسے ہی یہ زمین کو چھوتا ہے ایک جھٹکے کے ساتھ نیچے سے ایک واپسی صدمہ اُسی راستے اوپر جاتا ہے۔ کچھ اِس انداز سے بجلی بار بار گرتی ہے۔ بعض اوقات یہ صرف ایک یا دو بار گرتی ہے، بعض اوقات پانچ یا دس بار اور ایک دفعہ تو دیکھا گیا کہ ایک ہی راستے پر ہو کر وہ بیالیس بار گری لیکن ہمیشہ ایک کے بعد ایک، تیز، سلسلہ وار ڈھنگ سے (جیسا کہ اوپر بتایا گیا)۔

بعض دفعہ پیچیدگیاں ہو سکتی ہیں۔ جیسے کہ پہلی زبردست چمک تو ایک جگہ ہو اور دوسری چمک کہیں اور ہو کیونکہ نیچے اُترتے وقت قائد ایک سے زیادہ شاخیں بنا سکتا ہے۔ لیکن یہاں بھی بنیادی خیال وہی ہوتا ہے جو اوپر بیان ہوا۔

اگر نیچے زمین چپٹی نا ہو تو کچھ اور پیچیدگیاں ہو سکتی ہیں۔ مثلاً سب جانتے ہیں کہ اونچی عمارتوں یا

جھاڑوں وغیرہ پر بجلی کے گرنے کا اِمکان زیادہ ہوتا ہے۔ ایسا کچھ اِس لیے ہوتا ہے کہ جب قدم قائدز مین سے کوئی سو میٹر کے قریب پہنچتا ہے تو زمین سے ایک تفریغ اُبھر کر اُس سے ملنے جاتی ہے۔ غالباً یہاں برقی میدان اِتنا طاقتور ہو جاتا ہے کہ ایک برش (brush) کی طرح کی کئی شاخوں والی تفریغ ممکن ہو جاتی ہے۔ مثلاً اگر کسی اونچی بلڈنگ کا اوپری نوکیلا حصہ وہاں پایا جاتا ہے جہاں بجلی گر رہی ہو تو جیسے ہی قائد قریب میں نیچے آتا ہے تو اِس نوکیلے حصے سے ایک تفریغ شروع ہوتی ہے اور اوپر قائد کی طرف لپک کر اُسے چھو لیتی ہے۔ بالفاظِ دیگر بجلی کا رجحان اِس لیے ایسے ہی نوکیلے حصوں پر گرنے کا زیادہ ہوتا ہے۔

اختتامیہ

ساری دنیا میں روزانہ اوسطاً چالیس ہزار 40,000 گرجیلے طوفان آتے ہیں اور ہر سیکنڈ میں نوے 90 بار بجلی گرتی ہے جو ہر دفعہ منفی بیس 20- کولامب چارج زمین میں داخل کر دیتی ہے۔

یوں ہم نے دیکھا کہ زمین کے پاس صاف مطلع والے کُھلے آسمان منطقے میں برقی میدان زمین کی طرف اِشارہ کرتا ہوتا ہے اور مثبت اٹھارہ سو 1800+ کولامب برقی چارج فی سیکنڈ زمین میں داخل ہوتا رہتا ہے۔ اِس کے برخلاف گرجیلے طوفانوں کے منطقے میں زمین کے پاس برقی میدان زمین سے باہر آسمان کی طرف اِشارہ کرتا ہوتا ہے اور بجلی کے گرنے کی وجہ سے منفی اٹھارہ سو 1800 - کولامب برقی چارج فی سیکنڈ زمین میں داخل ہوتا رہتا ہے۔ مثبت اور منفی چارجوں کی زمین میں جانے والی مقداروں کے برابر ہونے کی وجہ سے زمین کا کُل برقی چارج جو کوئی منفی دس لاکھ 10^6- کولامب ہوتا ہے متاثر نہیں ہوتا اور دن بدن بحال رہتا ہے۔

فطرت کا یہ نظام یوں سال بہ سال اپنے ڈھرے پر بنا خلل پائے چلتا رہتا ہے۔

وضاحتیں

اگر حرکت کی **رفتار** (speed) کے ساتھ ساتھ حرکت کی سمت کا تعین بھی شامل ہو تو ایسے رفتار اور سمت کے مجموعے کو **سرعت** (velocity) کا نام دیا جاتا ہے۔ **تسارع** (acceleration) سے مراد سرعت (velocity) کی تبدیلی فی اکائی وقت ہوتی ہے۔ **قوت** (force) سے مراد کسی کمیتِ مادہ (mass) میں تسارع پیدا کرنے کی قابلیت ہوتی ہے۔ سرعت کو میٹر فی سیکنڈ تو تسارع کو میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ میں ناپا جاتا ہے۔ ایک نیوٹن (newton) سے مراد وہ قوت ہوتی ہے جو ایک کیلوگرام کمیتِ مادہ میں ایک میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ کا تسارع پیدا کر سکتی ہو۔ اسی طرح ایک جول (joule) سے مراد وہ **توانائی** (energy) ہوتی ہے جو ایک نیوٹن قوت کسی جسم کو قوت کی سمت میں ایک میٹر ہٹانے میں خرچ کرتی ہے۔

برقی بھار (شحنہ یا چارج) (charge) برقی قوت کا ماخذ ہوتا ہے۔ یہ کولامب (کولانب) (coulomb) نامی اکائیوں میں ناپا جاتا ہے اور ایک کولامب کی رسمی تعریف یہ کہہ کر کی جاسکتی ہے کہ یہ وہ برقی چارج ہوتا ہے جو ایک ایسے ہی چارج پر جو خلا میں ایک میٹر کی دوری پر رکھا ہوا ایک قوت 9 ×10 9 نیوٹن کی عاید کرتا ہے، اگرچہ کہ کولامب کی تعریف ایمپیئر کے ذریعے بہتر طور پر کی جاتی ہے کیونکہ بین الاقوامی سطح پر ایمپیئر کو ایک بنیادی اکائی مانا گیا ہے۔ **الیکٹرون** (electron) کا چارج -1.6×10 - 19 کولامب ہوتا ہے اور یہ چارج کا بنیادی پیکٹ یا **کوانٹم** (quantum) ہوتا ہے۔ چارج مثبت اور منفی دو طرح کا ہوتا ہے۔ مخالف چارج ایک دوسرے کو کھینچتے اور یکساں چارج ایک دوسرے کو دُور ڈھکیلتے ہیں۔ دو مساوی قدر لیکن مخالف نوعیت کے نقطئی چارجوں کے جوڑے کو جو باہم ایک دوسرے سے ایک فاصلے پر واقع ہوں ایک برقی

دو قطبیہ (electric dipole) کہتے ہیں۔ برقی دو قطبی عزم (electric dipole moment) چارج کی قدر کو چارجوں کی باہم دوری سے ضرب دینے سے حاصل ہوتا ہے اور اس لیے کولامب۔میٹر کی اکائیوں میں ناپا جاتا ہے۔کسی برق سکونی امالہ (electrostatic induction) سے ہونے والے برقی دو قطبی عزم سے مراد کسی خارجی برقی میدان کے زیرِ اثر کسی شئے میں مثبت اور منفی چارجوں کے مابین علحیدگی واقع ہونے کی وجہ سے برقی دو قطبی عزم کا پیدا ہونا ہے۔کوئی دو نقطوں کے بیچ برقی پوٹینشیل فرق (potential difference) سے مراد اکائی برقی چارج کو ایک نقطے سے دوسرے نقطے تک لے جانے میں درکار توانائی ہوتی ہے۔ کسی مناسب جگہ کے پوٹینشیل جیسے زمین کے پوٹینشیل کو صفر مان کر کسی اور جگہ کے اُس کی نسبت سے پوٹینشیل فرق کو اُس دوسری جگہ کا پوٹینشیل (potential) کہا جا سکتا ہے۔برقی پوٹینشیل کی اکائی ولٹ (volt) ہوتی ہے جو دی گئی تعریف کے مطابق جول فی اکائی کولامب کا ہی دوسرا نام ہوتا ہے۔ برقی میدان یا کھیت (electric field) کسی جگہ برقی قوت فی اکائی چارج کا پیمانہ ہوتا ہے۔ اِس لیے اِسے نیوٹن فی کولامب کی اکائیوں میں ناپا جاتا ہے۔چونکہ برقی میدان برقی پوٹینشیل کا فضائی ڈھلان بھی ہوتا ہے اِس لیے اِسے ولٹ فی میٹر کی اکائی میں بھی ظاہر کیا جاتا ہے۔برقی موصل میں آزاد برقی چارج پائے جاتے ہیں جو بآسانی اِدھر اُدھر چل پھر سکتے ہیں۔توازن کی حالت میں چارج، موصل کی سطح پر چلا جاتا ہے اور موصل کی ساری سطح ایک ہی برقی پوٹینشیل پر رہتی ہے۔برقی کرنٹ (electric current) سے مراد برقی چارج کی کسی برقی موصل سے گزرنے کی شرح فی اکائی وقت ہوتی ہے۔اِسے کولامب فی سیکنڈ یا ایمپیئر (ampere) کی اکائی میں ناپا جاتا ہے۔ توانائی فی سیکنڈ کا دوسرا نام پاور یا قدرت (power) ہوتا ہے۔ اِسے جول فی سیکنڈ یا واٹ (watt) کی اکائیوں میں ناپا جاتا ہے۔ دیکھا جا سکتا ہے کہ ایک ولٹ کو ایک ایمپیئر سے ضرب دینے سے بھی ایک واٹ حاصل ہوتا ہے اور برقی پاور کو عموماً واٹ ہی کی اکائیوں میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

آخر میں یہ بتادینا بھی کارگر ہے کہ میگا(Mega) سے مراد ایک ملیون(million) یا دس لاکھ ہے اور اسے 106 سے ظاہر کرتے ہیں، جبکہ مائیکرو(micro) سے مراد ایک کے دس لاکھویں حصے سے ہے اور اسے 6- 10 سے ظاہر کرتے ہیں۔

مزید یہ کہ نیوٹن(Newton)، جُول(Joule)، واٹ(Watt)، کولامب(Coulomb)، ولٹا(Volta) اور ایمپیئر (Ampere) سائنسدانوں کے نام ہیں، جن سے نیوٹن(newton)، جُول(joule)، واٹ(watt)، کولامب (coulomb)، ولٹ (volt) اور ایمپیئر (ampere) اکائیوں کے نام بنائے گئے ہیں ۔

روشنی کی خلا میں رفتار کوئی تین لاکھ کیلومیٹر فی سیکنڈ ہوتی ہے۔

حوالے

۱) ''کرۂ باد میں برق'' (انگلش میں)

'Electricity in the Atmosphere', Chapter (9), Vol. (II), **"The Feynman Lectures on Physics"** by R. P. Feynman, M. B. Leighton and M. Sands, Addison Wesley / Narosa, New Delhi (1964)

۲) ''بادل کی فزکس پر ایک مختصر کورس'' (انگلش میں)

'A Short Course in Cloud Physics' (2nd Edition) by R. R. Rogers, Pergamon Press, Oxford, UK (1979)